

本調査は、独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構が国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所海上技術安全研究所に委託して実施したものである。

# 省エネ母船型のバリエーション拡大に関する調査 (概要版)

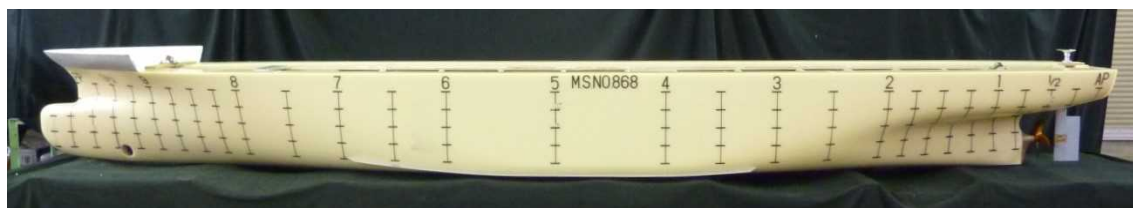
独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構

2020 年 1 月

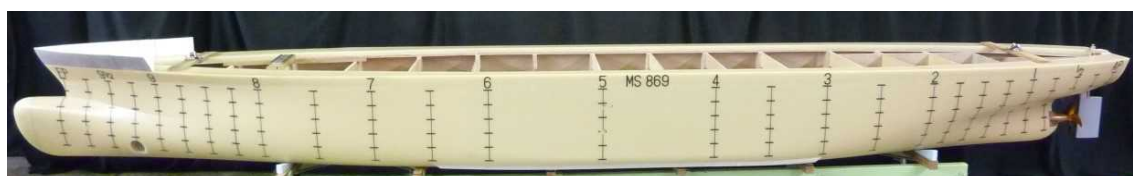
## 省エネ船型群

省エネ船型群とは、経済産業省の補助事業である「平成 28 年度輸送機器の実使用時燃費改善事業費補助金（海上輸送機器の実使用時燃費改善事業）」を受けて、日本船舶海洋工学会、三浦造船所、興亜産業及び本瓦造船が研究コンソーシアムを組んで実施した研究「内航海運のための省エネルギー船型群の研究開発」（以下「H28 年度プロジェクト」という。）で開発されたものであり、499GT 型ケミカルタンカーと 749GT 型一般貨物船のそれぞれについて、水槽試験を実施した母船型（基準船型）とその  $L_{PP}$ 、 $B$ 、 $d$  を変形し CFD（数値解析手法）により評価したバリエーション船型が 30 船型存在する。また、これら 30 船型を適当な方法によりブレンドし、新たな省エネ船型を生成することも可能である。

これらの省エネ船型群は、内航船舶の建造を担う中小造船所で低コストかつ容易に省エネルギー内航船舶が建造可能となるよう、日本国内で内航船舶を建造する事業者が無償で船体線図を含めた技術情報が提供されている。



499 総トン型ケミカルタンカーの模型船（5.91m 模型）



749 総トン型一般貨物船の模型船（6.77m 模型）

## 調査概要

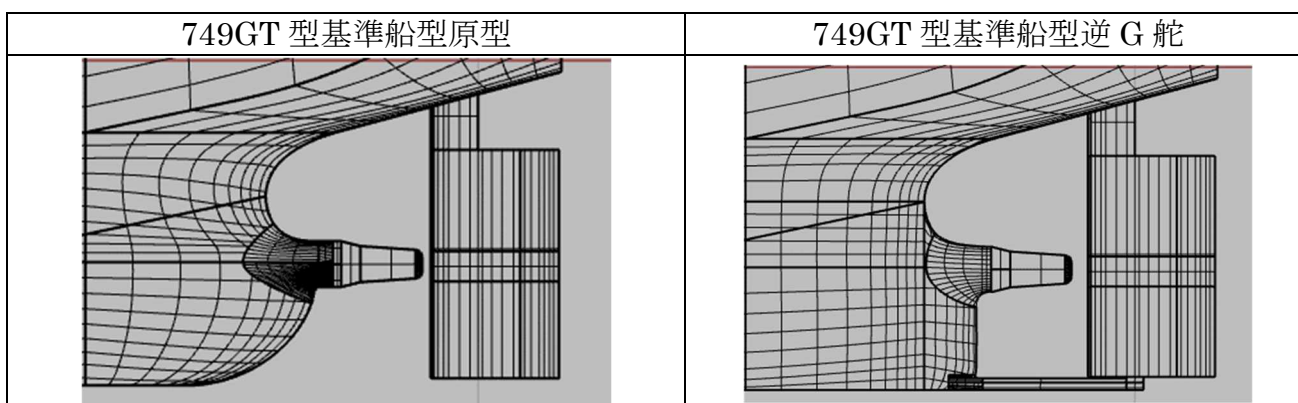
本調査では、省エネ船型群に対する造船所の意見を踏まえ、高い省エネ性能を確保しながらも船主要求を満足できるよう、舵シューピースの追加、機関室容積の拡大、船幅拡大等の変形による船型バリエーションの拡大の調査を実施した。

CFD（数値解析手法）と水槽試験結果から、内航海運のための省エネルギー船型群の研究開発において使用された省エネ率及び内航船省エネルギー格付制度で採用が予定されている代替手法による省エネ率の 2 つの指標で省エネ率を算定し、検討した全ての船型変更で 16%以上の省エネ率を維持できることを確認した。

本調査では調査効率の向上のため、30 船型のバリエーション船型から、水槽試験で高い省エネ率が確認されている基準船型と、バリエーション船型で最も省エネ率が悪く基準船型からの要目変化の大きい船型（下限船型）の 2 船型に着目し、この 2 船型の省エネ率の評価からバリエーション船型全体の省エネ性能の変化を推定した。

| 船種                | 499GT 型ケミカルタンカー |         |
|-------------------|-----------------|---------|
| 船型                | 基準船型            | 下限船型    |
| 原型                | Case0-1         | Case0-2 |
| ① 逆 G 舵           | Case1           | Case2   |
| ② 船幅拡大<br>(499GT) | Case3           | Case4   |
| ①, ②組み合わせ         | Case5           | Case6   |
| 造船所計画船型※          | Case13          | -       |

| 船種                 | 749GT 型一般貨物船 |         |
|--------------------|--------------|---------|
| 船型                 | 基準船型         | 下限船型    |
| 原型                 | Case0-7      | Case0-8 |
| ① 逆 G 舵            | Case7        | Case8   |
| ② 機関室拡張<br>(749GT) | Case9        | Case10  |
| ①, ②組み合わせ          | Case11       | Case12  |

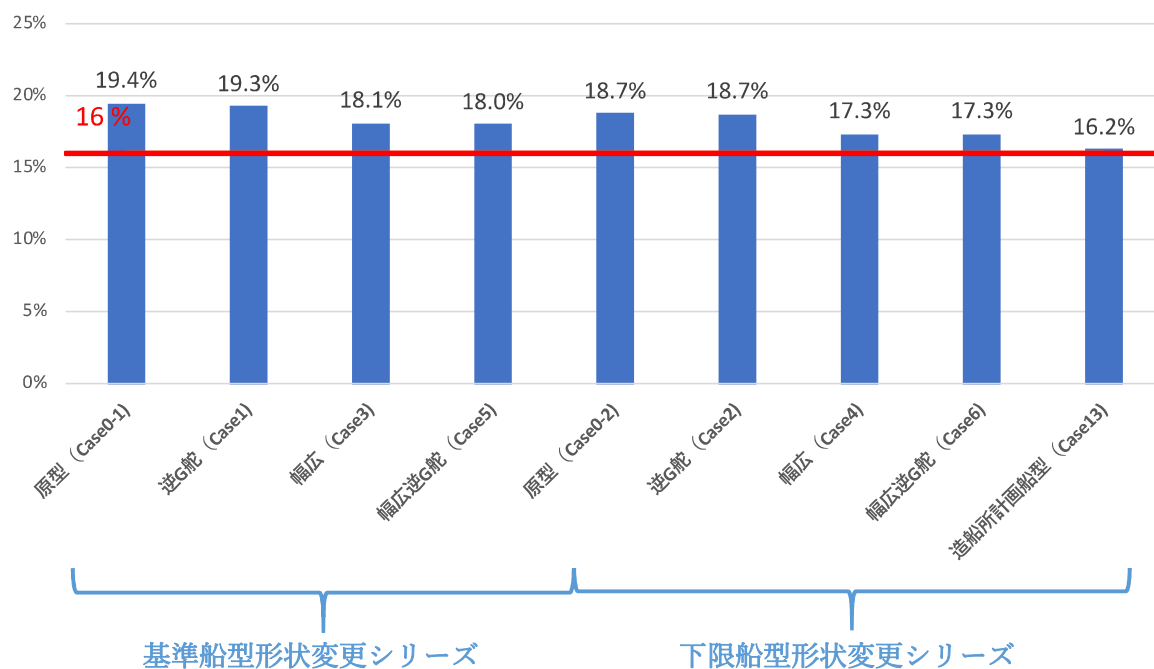


※ 造船所計画船型 [複合的な船型変更の例として以下を調査]

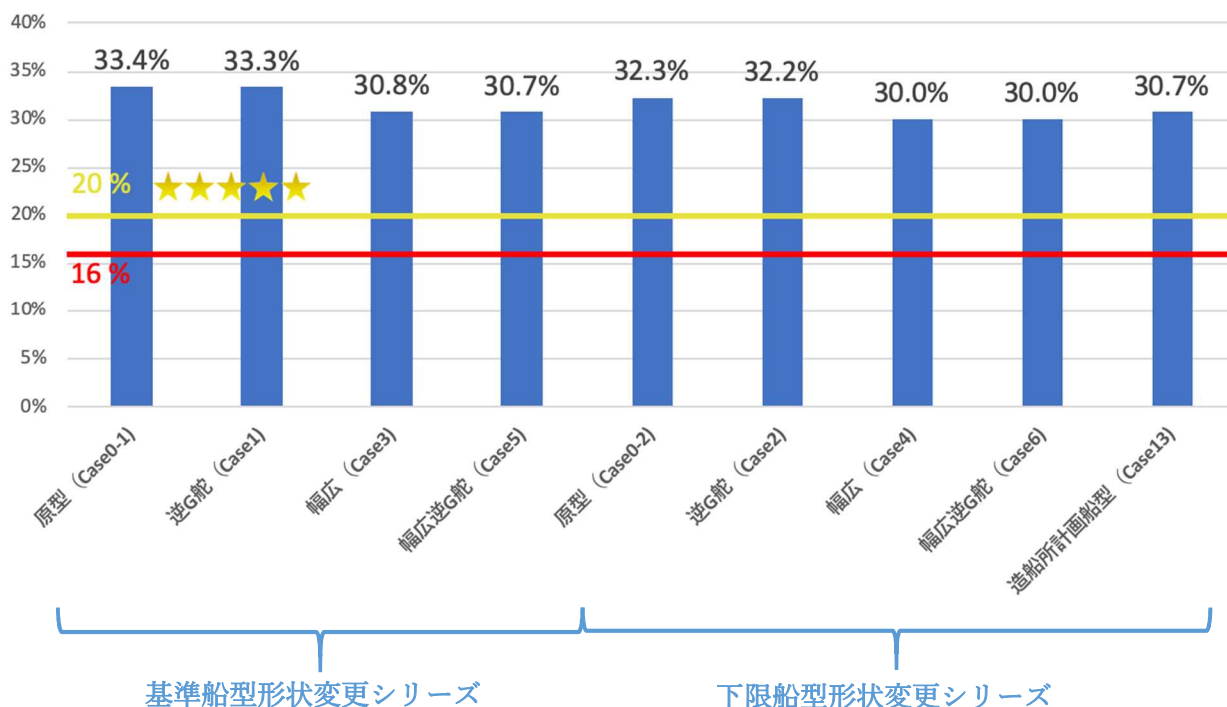
- 1) プロペラの小直径化、2) 逆 G 舵、3) 船尾を延長、4) 船首部長さを短縮（バルバウス含む）、
- 5) 船尾楼後部のライン変更（減トン）

## 拡大した 499 総トン型ケミカルタンカーの船型バリエーションの省エネ率

### 499GT 型ケミカルタンカー H28 年度プロジェクト省エネ率



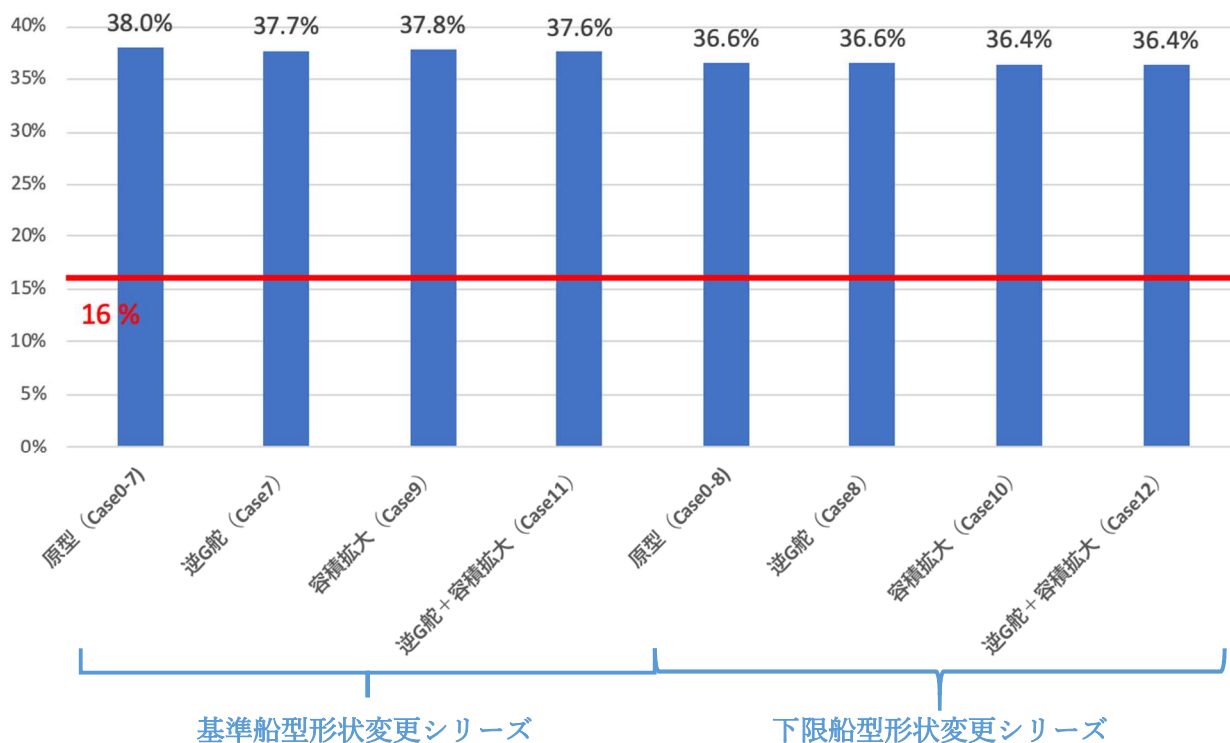
### 499GT 型ケミカルタンカー 内航省エネルギー格付け制度 代替手法による省エネ率



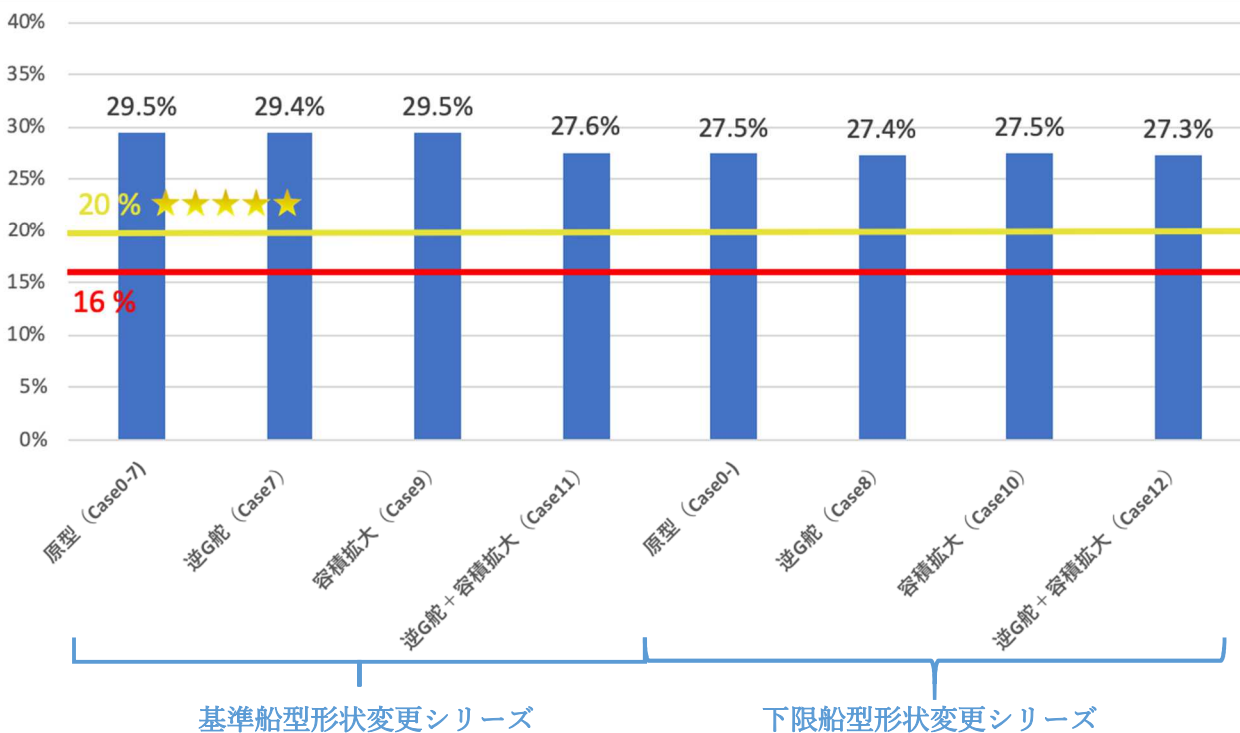
注：船幅の拡大による載貨重量の増加について船型要目を基準に簡易的に検討した場合、幅広(Case3-6)の省エネ率はさらに改善し、H28 年度プロジェクト省エネ率でそれぞれ 21.4%, 21.3%, 21.7%, 21.7%、内航格付け代替手法に基づく省エネ率でそれぞれ 33.6%, 33.5%, 33.5%, 33.5%となる。

## 拡大した 749 総トン型一般貨物船の船型バリエーションの省エネ率

### 749GT 型一般貨物船 H28 年度プロジェクト省エネ率



### 749GT 型一般貨物船 内航省エネルギー格付け制度 代替手法による省エネ率



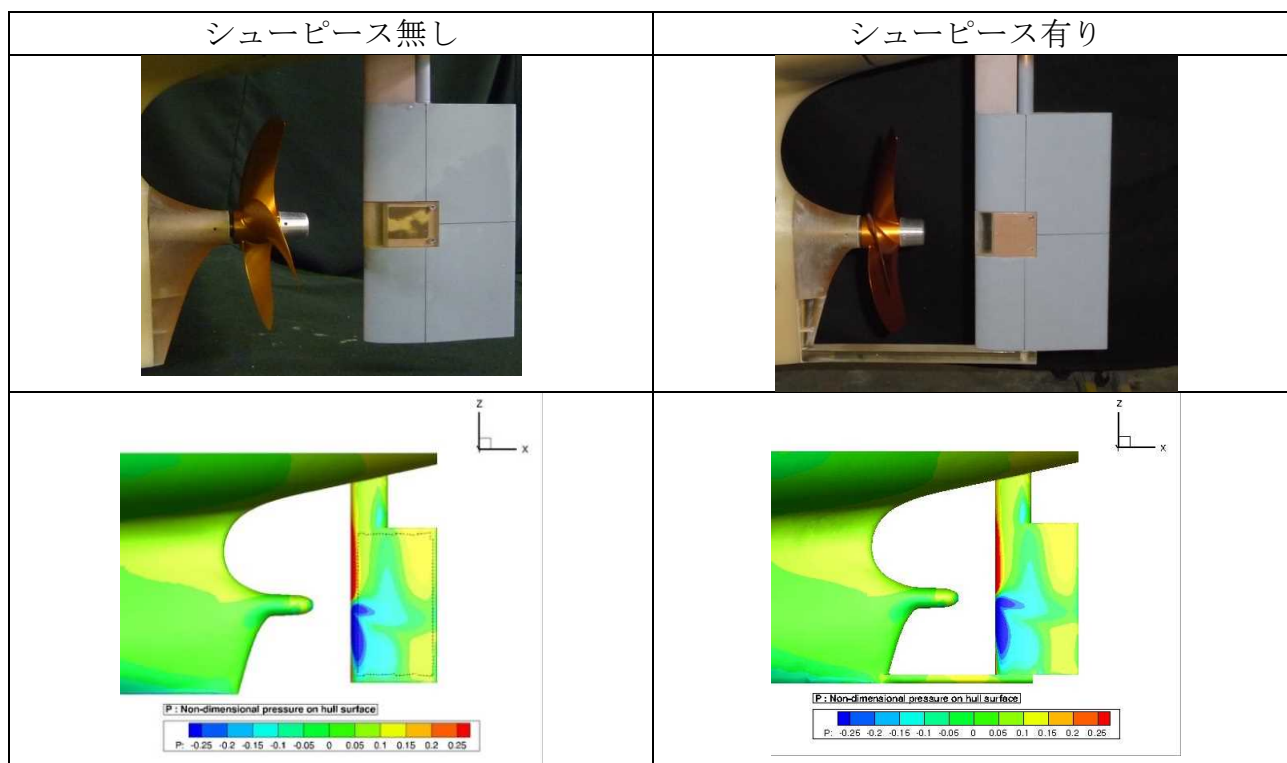
注：本調査で推定している省エネ率は、主機出力等の諸元が H28 年度プロジェクトと同一の条件であることが前提であり、また、設計段階での理想条件における省エネ率であり、実際の建造にあたっては、建造管理（設計線図どおり船を建造したか等）、試運転実施状況（海象・潮流修正を実施しているか、計測時に船速は静定しているか、主機作動状況は適当か等）、追加の付加物等などが省エネ率に大きく影響するため、これらを適切に管理する必要がある。

## CFD（数値解析手法）

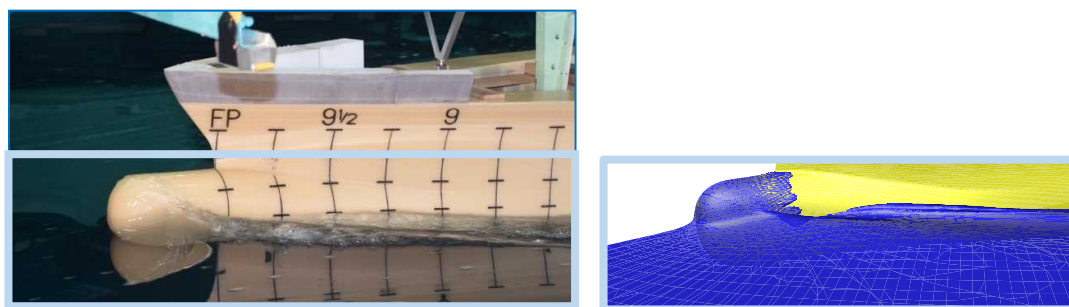
本調査では H28 年度プロジェクトにおいて評価した船体形状のみでなく、舵シューピースなどの複雑形状を評価するため、H28 年度プロジェクトで使用された構造格子対応 CFD ソルバー（NEPTUNE）に加えて、非構造格子対応 CFD ソルバー（SURF）を用いて水槽試験結果との精度確認を十分に行い、省エネ性能の評価を実施した。

NEPTUNE（構造格子）：造波抵抗評価（両舷格子数 190 万程度）

SURF（非構造格子）：形状影響係数、自航要素評価（両舷格子数 600 万程度）



水槽試験模型と CFD で解析した自航状態の圧力分布図<sup>注1</sup>



水槽試験と CFD（青:水面、黄:船体）の船首造波現象の比較図<sup>注2</sup>

注1：CFD の圧力分布から水槽試験結果の要因分析が可能である。この例では、シューピース部で大きな圧力変化がないことが、水槽試験での性能変化が小さかった要因であることが確認できる。

注2：CFD によりバルブ付きの状態においても水槽試験の造波現象が再現されている様子がわかる。このように、詳細に CFD の波形分布を解析することで、水槽試験と同様に科学的な船型改良が可能となる。